

## THIN FILM MAGNETIC HEAD AND ITS PRODUCTION

Patent Number: JP11283214  
Publication date: 1999-10-15  
Inventor(s): SASAKI YOSHITAKA  
Applicant(s): TDK CORP  
Requested Patent: JP11283214  
Application Number: JP19980082307 19980327  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G11B5/31; G11B5/39  
EC Classification:  
Equivalents: JP3464379B2

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To exactly control the magnetic pole width of a thin film magnetic head.

**SOLUTION:** A recording gap layer 15 is made non-magnetic while having electric conductivity and a reflection proofing function, on this recording gap layer 15, a photoresist pattern 16 for upper magnetic pole formation is formed by photolithography and with this photoresist pattern 16 as a mask, an upper magnetic pole is formed by plating.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-283214

(43) 公開日 平成11年(1999)10月15日

(51) IntCl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 5/31

識別記号

5/39

F I

G 1 1 B 5/31

5/39

E  
C  
D

審査請求 未請求 請求項の数18 ○L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-82307

(22) 出願日 平成10年(1998)3月27日

(71) 出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 佐々木 芳高

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

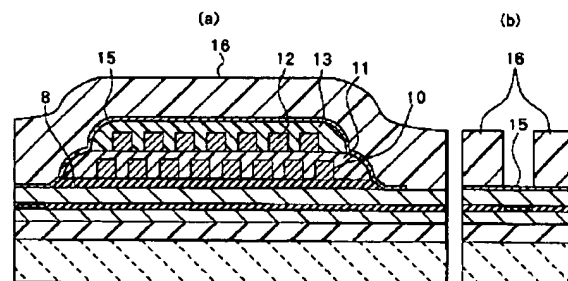
(74) 代理人 弁理士 星宮 勝美 (外2名)

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 薄膜磁気ヘッドの磁極幅の正確な制御を可能にする。

【解決手段】 記録ギャップ層15を、非磁性で、導電性を有し、反射防止機能を有するものとし、この記録ギャップ層15上に、フォトリソグラフィにより、上部磁極形成用のフォトレジストパターン16を形成し、このフォトレジストパターン16をマスクとして、めっき法により上部磁極を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する2つの磁極を含む少なくとも2つの磁性層と、この少なくとも2つの磁性層あるいはこれらに連結された他の磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する薄膜磁気ヘッドであって、

前記ギャップ層が、非磁性且つ導電性で、フォトリソグラフィにおける露光用の光の反射を防止する反射防止機能を有する層を含む1つ以上の層で形成されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記反射防止機能を有する層が非磁性のチッ化物よりなることを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 前記非磁性のチッ化物がチッ化チタンであることを特徴とする請求項2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記ギャップ層が、前記反射防止機能を有する層と非磁性のギャップ用絶縁層とを含む2つ以上の層で形成されていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記ギャップ用絶縁層が、アルミナよりなることを特徴とする請求項4記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 前記ギャップ用絶縁層が、チッ化アルミニウムよりなることを特徴とする請求項4記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 前記反射防止機能を有する層の厚みが20～200nmであることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】 スロートハイトを規定するスロートハイト規定用絶縁層を有し、このスロートハイト規定用絶縁層が無機系絶縁膜で形成されていることを特徴とする1ないし7のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項9】 更に、読み出し用の磁気抵抗素子を有することを特徴とする請求項1ないし8のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項10】 磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する第1の磁極および第2の磁極を含み、それぞれ少なくとも1つの層からなる第1の磁性層および第2の磁性層と、この第1の磁性層および第2の磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記第1の磁極に対応する第1の磁性層を形成する工程と、

前記第1の磁性層の上に、絶縁層で囲われた薄膜コイルを形成する工程と、

前記絶縁層の上に、非磁性且つ導電性で、フォトリソグラフィにおける露光用の光の反射を防止する反射防止機能を有する層を含む1つ以上の層によって、ギャップ層を形成する工程と、

前記ギャップ層の上に、前記第2の磁極に対応する第2

の磁性層を形成する工程とを含み、

前記第2の磁性層を形成する工程が、

前記ギャップ層の上に、フォトリソグラフィにより、前記第2の磁性層の形成用のフォトリソパターンを形成する工程と、

前記フォトリソパターンをマスクとして、前記第2の磁性層を成膜する工程とを含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項11】 前記反射防止機能を有する層が非磁性のチッ化物よりなることを特徴とする請求項10記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項12】 前記非磁性のチッ化物がチッ化チタンであることを特徴とする請求項11記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項13】 前記ギャップ層が、前記反射防止機能を有する層と非磁性のギャップ用絶縁層とを含む2つ以上の層で形成されることを特徴とする請求項10ないし12のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項14】 前記ギャップ用絶縁層が、アルミナよりなることを特徴とする請求項13記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項15】 前記ギャップ用絶縁層が、チッ化アルミニウムよりなることを特徴とする請求項13記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項16】 前記反射防止機能を有する層の厚みが20～200nmであることを特徴とする請求項10ないし15のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項17】 前記薄膜コイルを形成する工程の前に、前記第1の磁性層の上に、スロートハイトを規定するスロートハイト規定用絶縁層を形成する工程を含み、このスロートハイト規定用絶縁層が無機系絶縁膜で形成されることを特徴とする10ないし16のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項18】 更に、読み出し用の磁気抵抗素子を形成する工程を含むことを特徴とする請求項10ないし17のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、少なくとも書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ハードディスク装置の面記録密度の向上に伴って、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録ヘッドと読み出し用の磁気抵抗（以下、MR（Magnetoresistive）と記す。）素子を有する再生ヘッドとを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。MR素子としては、異方

性磁気抵抗（以下、AMR（Anisotropic Magneto Resistive）と記す。）効果を用いたAMR素子と、巨大磁気抵抗（以下、GMR（Giant Magneto Resistive）と記す。）効果を用いたGMR素子とがあり、AMR素子を用いた再生ヘッドはAMRヘッドあるいは単にMRヘッドと呼ばれ、GMR素子を用いた再生ヘッドはGMRヘッドと呼ばれる。AMRヘッドは、面記録密度が1ギガビット／（インチ）<sup>2</sup>を超える再生ヘッドとして利用され、GMRヘッドは、面記録密度が3ギガビット／（インチ）<sup>2</sup>を超える再生ヘッドとして利用されている。

【0003】AMRヘッドは、AMR効果を有するAMR膜を備えている。GMRヘッドは、AMR膜を、GMR効果を有するGMR膜に置き換えたもので、構造上はAMRヘッドと同様である。ただし、GMR膜は、AMR膜よりも、同じ外部磁界を加えたときに大きな抵抗変化を示す。このため、GMRヘッドは、AMRヘッドよりも、再生出力を3～5倍程度大きくすることができると言われている。

【0004】再生ヘッドの性能を向上させる方法としては、MR膜を変える方法がある。一般的に、AMR膜は、MR効果を示す磁性体を膜としたもので、単層構造になっている。これに対して、多くのGMR膜は、複数の膜を組み合わせた多層構造になっている。GMR効果が発生するメカニズムにはいくつかの種類があり、そのメカニズムによってGMR膜の層構造が変わる。GMR膜としては、超格子GMR膜、グラニュー膜、スピンバルブ膜等が提案されているが、比較的構成が単純で、弱い磁界でも大きな抵抗変化を示し、量産を前提とするGMR膜としては、スピンバルブ膜が有力である。このように、再生ヘッドは、例えば、MR膜をAMR膜からGMR膜等の磁気抵抗感度の優れた材料に変えることで、容易に、性能を向上するという目的を達せられる。

【0005】再生ヘッドの性能を決定する要因としては、上述のような材料の選択の他に、パターン幅、特に、MRハイトがある。MRハイトは、MR素子のエアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ（高さ）を言う。このMRハイトは、本来、エアベアリング面の加工の際の研磨量によって制御される。

【0006】一方、再生ヘッドの性能向上に伴って、記録ヘッドの性能向上も求められている。記録ヘッドの性能のうち、記録密度を高めるには、磁気記録媒体におけるトラック密度を上げる必要がある。そのために、上部磁極を形成する磁性層に対して、半導体加工技術を利用してサブミクロン加工を施して、狭トラック構造の記録ヘッドを実現することが望まれていた。

【0007】記録ヘッドの性能を決定するその他の要因としては、スロートハイトがある。スロートハイトは、エアベアリング面から、薄膜コイルを電気的に分離する絶縁層のエッジまでの部分（本出願において磁極部分と言

う。）の長さ（高さ）を言う。記録ヘッドの性能向上のためには、スロートハイトの縮小化が望まれている。このスロートハイトも、エアベアリング面の加工の際の研磨量によって制御される。

【0008】このように、薄膜磁気ヘッドの性能の向上のためには、記録ヘッドと再生ヘッドをバランスよく形成することが重要である。

【0009】ここで、図14ないし図22を参照して、従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例として、複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例について説明する。

【0010】この製造方法では、まず、図14に示したように、例えばアルティック（ $Al_2O_3 \cdot TiC$ ）よりなる基板101上に、例えばアルミナ（ $Al_2O_3$ ）よりなる絶縁層102を、約5～10 $\mu m$ 程度の厚みで堆積する。次に、図15に示したように、絶縁層102上に、再生ヘッド用の下部シールド層103を形成する。

【0011】次に、図16に示したように、下部シールド層103上に、例えばアルミナを100～200nmの厚みでスパッタ堆積し、シールドギャップ膜104を形成する。次に、シールドギャップ膜104上に、再生用のMR素子を構成するためのMR膜105を、数十nmの厚みに形成し、高精度のフォトリソグラフィで所望の形状とする。次に、図17に示したように、シールドギャップ膜104およびMR膜105上に、シールドギャップ膜106を形成し、MR膜105をシールドギャップ膜104、106内に埋設する。

【0012】次に、図18に示したように、シールドギャップ膜106上に、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いる磁気材料、例えばパーマロイ（ $NiFe$ ）からなる上部シールド兼下部磁極（以下、下部磁極と記す。）107を形成する。

【0013】次に、図19に示したように、下部磁極107上に、絶縁膜、例えばアルミナ膜よりなる記録ギャップ層108を形成し、この記録ギャップ層108上に、フォトレジスト層109を、高精度のフォトリソグラフィで所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層109上に、例えばめっき法により、例えば銅（ $Cu$ ）よりなる誘導型の記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル110を形成する。

【0014】次に、図20に示したように、フォトレジスト層109およびコイル110上に、フォトレジスト層111を、高精度のフォトリソグラフィで所定のパターンに形成する。次に、コイル110の平坦化およびコイル110間の絶縁化のために、例えば250℃の温度で熱処理する。

【0015】次に、図21に示したように、フォトレジスト層111上に、例えばめっき法により、例えば銅よりなる第2層目の薄膜コイル112を形成する。次に、フォトレジスト層111およびコイル112上に、フォ

トレジスト層113を、高精度のフォトリソグラフィで所定のパターンに形成し、コイル112の平坦化およびコイル112間の絶縁化のために、例えば250°Cの温度で熱処理する。

【0016】次に、図22に示したように、コイル110、112よりも後方(図22における右側)の位置において、磁路形成のために、記録ギャップ層108を部分的にエッチングする。次に、記録ギャップ層108、フォトレジスト層109、111、113上に、記録ヘッド用の磁気材料、例えばパーマロイからなる上部ヨーク兼上部磁極(以下、上部磁極と記す。)114を形成する。この上部磁極114は、コイル110、112よりも後方の位置において、下部磁極107と接触し、磁氣的に連結している。次に、上部磁極114をマスクとして、イオンミリングによって、記録ギャップ層108と下部磁極107を、約0.5 $\mu\text{m}$ 程度エッチングした後、上部磁極114上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層115を形成する。最後に、スライダの機械加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのトラック面(エアベアリング面)120を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0017】完成した状態の薄膜磁気ヘッドを、図23および図24に示す。図23は、トラック面120に垂直な薄膜磁気ヘッドの断面を示し、図24は、磁極部分のトラック面120に平行な断面を拡大して示している。図23において、THは、スロートハイトを表し、MR-Hは、MRハイトを表している。また、図24において、P2Wは、磁極幅を表し、P2Lは、磁極の厚さを表している。

【0018】薄膜磁気ヘッドの性能を決定する要因として、スロートハイトやMRハイト等の他に、図23において $\theta$ で示したようなエイベックスアングル(Apex Angle)がある。このエイベックスアングルは、フォトレジスト層109、111、113のトラック面側の側面の角部を結ぶ直線と上部磁極114の上面とのなす角度をいう。

【0019】図24に示したように、上部磁極114、記録ギャップ層108および下部磁極107の一部の各側壁が垂直に自己整合的に形成された構造は、トリム(Trim)構造と呼ばれる。このトリム構造によれば、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効トラック幅の増加を防止することができる。なお、図24に示したように、MR膜105の側方には、リード層121が設けられている。

【0020】このようにして製造される複合型薄膜磁気ヘッドでは、特に、記録ヘッドと再生ヘッドの位置関係に多くの問題点があり、その問題点によって、複合型薄膜磁気ヘッド全体の特性劣化や信頼性の問題が発生し、歩留りが著しく低くなることがしばしば生じていた。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】薄膜磁気ヘッドの性能を向上させるには、図23および図24に示したようなスロートハイトTH、MRハイトMR-H、エイベックスアングル $\theta$ 、磁極幅P2Wおよび磁極長P2Lを正確に形成することが重要である。

【0022】本出願では、特に、磁極幅P2Wの正確な制御に関する問題点(以下、第1の問題点と言う。)と、スロートハイトTHの正確な制御に関する問題点(以下、第2の問題点と言う。)とを取り上げる。

【0023】まず、第1の問題点について説明する。磁極幅P2Wは、記録ヘッドのトラック幅を決定するため、正確な形成が要求される。特に、近年は、高面密度記録を可能とするため、すなわち、狭トラック構造の記録ヘッドを形成するために、1.0 $\mu\text{m}$ 以下の寸法が要求される。そのためには、磁極幅P2Wを決定する上部磁極を、微細に形成することが要求される。

【0024】上部磁極を形成する方法としては、例えば、特開平7-262519号公報に示されるように、フレームめっき法が用いられる。フレームめっき法を用いて上部磁極114を形成する場合は、まず、フォトレジスト層109、111、113で覆われて山状に盛り上がったコイル部分(以下、エイベックス部と言う。)の上に全体的に、例えばパーマロイよりなる薄い電極膜を、例えばスパッタリングによって形成する。次に、その上にフォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィによりパターンニングして、めっきのためのフレーム(外枠)を形成する。そして、先に形成した電極膜をシード層として、めっき法によって上部磁極を形成する。

【0025】ところで、エイベックス部では、例えば7~10 $\mu\text{m}$ 以上の高低差がある。このエイベックス部上に、フォトレジストを3~4 $\mu\text{m}$ の厚みで塗布する。エイベックス部上のフォトレジストの膜厚が最低3 $\mu\text{m}$ 以上必要であるとする、流動性のあるフォトレジストは低い方に集まることから、エイベックス部の下方では、例えば8~10 $\mu\text{m}$ 以上の厚みのフォトレジスト膜が形成される。

【0026】前述のように狭トラックを形成するためには、フォトレジスト膜によって1.0 $\mu\text{m}$ 程度の幅のパターンを形成する必要がある。従って、8~10 $\mu\text{m}$ 以上の厚みのあるフォトレジスト膜によって、1.0 $\mu\text{m}$ 程度の幅の微細なパターンを形成する必要があるが生じるが、これは、極めて難しかった。

【0027】しかも、フォトリソグラフィの露光時に、露光用の光が、例えばパーマロイよりなる電極膜で反射し、この反射光によってもフォトレジストが感光して、フォトレジストパターンのくずれ等が生じる。その結果、上部磁極の側壁が丸みを帯びた形状になる等、上部磁極を所望の形状に形成できなくなる。このように、従来は、磁極幅を正確に制御して、狭トラック構造とするための上部磁極を精度よく形成することが極めて難しか

った。

【0028】なお、特開平9-180127号公報には、コア用マスクとなるフォトレジストを塗布する前に反射防止膜を形成しておき、この反射防止膜上にフォトレジストを塗布することで、反射光の影響を受けずに高い寸法精度で、コア用マスクを形成できるようにした技術が示されている。

【0029】しかしながら、この技術では、フォトレジストパターンを形成した後、めっき法により上部磁極を形成する前に、上部磁極を形成する部分における反射防止膜を除去する必要がある、薄膜磁気ヘッドの製造における工程が増えると共に、反射防止膜を正確に除去しきれずに、反射防止膜の残りが発生して、細部において上部磁極を正確に形成することができなくなるおそれがある。

【0030】次に、第2の問題点（スロートハイトTHの正確な制御に関する問題点）について説明する。従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、コイル110、112を形成する際に、250°C程度の温度による熱処理を行っている。この熱処理の工程で、フォトレジスト層109、111、113のメルト現象により、フォトレジスト層109、111、113の端縁の位置変動（パターンシフト）およびプロファイル悪化が生じる。特に、フォトレジスト層109、111、113は、厚く形成されているので、位置変動が大きくなる。

【0031】記録ヘッドの性能向上のためには、スロートハイトの縮小化が望まれており、特に、今後の高周波用の複合型薄膜磁気ヘッドでは、1.0 $\mu$ m以下が要求されている。ところが、従来の薄膜磁気ヘッドでは、スロートハイトは、フォトレジスト層109の磁極部分側の端縁で規定されているため、上述のようにフォトレジスト層109の端縁の位置変動が生じると、スロートハイトを正確に制御できないという問題が発生することになる。

【0032】更に、フォトレジスト層109、111、113の端縁の位置変動が生じると、例えば、エアベアリング面の加工の際にフォトレジスト層109の端縁の位置を基準にしてMRハイトを制御する場合には、MRハイトを正確に制御できないという問題が発生することになる。

【0033】なお、MRハイトは、MR膜105の抵抗値をモニタしながらエアベアリング面の加工を行うことで、正確に制御することが可能である。MR膜105の抵抗値をスロートハイトに換算して、スロートハイトを制御することも可能であるが、スロートハイトを正確に制御するためには、MR膜105とフォトレジスト層109との間にアライメント誤差が生じないことが必要であり、上述のようにフォトレジスト層109、111、113の端縁の位置変動が生じる場合には、MR膜105の抵抗値をスロートハイトに換算して、スロート

ハイトを正確に制御することはできない。

【0034】更に、フォトレジスト層109、111、113の端縁の位置変動およびプロファイル悪化が生じると、エイベックスアングルが変動して、エイベックスアングルを正確に制御できないという問題が発生することになる。

【0035】また、従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、めっき法によりコイル110、112を形成する際におけるシード層のエッチングの際や、トリム構造を形成するために記録ギャップ層108と下部磁極107をエッチングする際に、スロートハイトを規定するフォトレジスト層109もエッチングされてしまい、フォトレジスト層109の磁極部分側の端縁の位置が1~2 $\mu$ m程度後退する現象が発生し、これによっても、スロートハイトの正確な制御が困難になるという問題点があった。

【0036】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、磁極幅の正確な制御を可能にした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0037】本発明の第2の目的は、上記第1の目的に加え、スロートハイトの正確な制御を可能にした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0038】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜磁気ヘッドは、磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する2つの磁極を含む少なくとも2つの磁性層と、この少なくとも2つの磁性層あるいはこれらに連結された他の磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する薄膜磁気ヘッドであって、ギャップ層が、非磁性且つ導電性で、フォトリソグラフィにおける露光用の光の反射を防止する反射防止機能を有する層を含む1つ以上の層で形成されているものである。

【0039】本発明の薄膜磁気ヘッドでは、ギャップ層が、非磁性且つ導電性で、フォトリソグラフィにおける露光用の光の反射を防止する反射防止機能を有する層を含む1つ以上の層で形成されていることから、ギャップ層の上に磁性層を形成する際に、フォトリソグラフィにおける露光用の光の反射光によってフォトレジストパターンのくずれ等の悪影響が生じることが防止される。

【0040】また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、反射防止機能を有する層が、チッチタン等の非磁性のチッチ化物よりなるようにしてもよい。

【0041】また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、ギャップ層が、反射防止機能を有する層と非磁性のギャップ用絶縁層とを含む2つ以上の層で形成されていてもよい。また、ギャップ用絶縁層は、アルミナや、チッチ化アルミニウムよりなるようにしてもよい。

【0042】また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、反射防止機能を有する層の厚みが20~200nmであるのが好ましい。

【0043】また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、スロートハイトを規定するスロートハイト規定用絶縁層を有し、このスロートハイト規定用絶縁層が無機系絶縁膜で形成されていてもよい。また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、更に、読み出し用の磁気抵抗素子を有していてもよい。

【0044】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、磁氣的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する第1の磁極および第2の磁極とを含み、それぞれ少なくとも1つの層からなる第1の磁性層および第2の磁性層と、この第1の磁性層および第2の磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、第1の磁極に対応する第1の磁性層を形成する工程と、第1の磁性層の上に、絶縁層で囲われた薄膜コイルを形成する工程と、絶縁層の上に、非磁性且つ導電性で、フォトリソグラフィにおける露光用の光の反射を防止する反射防止機能を有する層を含む1つ以上の層によって、ギャップ層を形成する工程と、ギャップ層の上に、第2の磁極に対応する第2の磁性層を形成する工程とを含み、第2の磁性層を形成する工程が、ギャップ層の上に、フォトリソグラフィにより、第2の磁性層の形成用のフォトレジストパターンを形成する工程と、フォトレジストパターンをマスクとして、第2の磁性層を成膜する工程とを含むものである。

【0045】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、反射防止機能を有する層が、チッ化チタン等の非磁性のチッ化物よりなるようにしてもよい。

【0046】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、ギャップ層が、反射防止機能を有する層と非磁性のギャップ用絶縁層とを含む2つ以上の層で形成されてもよい。また、ギャップ用絶縁層は、アルミナや、チッ化アルミニウムよりなるようにしてもよい。

【0047】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、反射防止機能を有する層の厚みが20～200nmであるのが好ましい。

【0048】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、薄膜コイルを形成する工程の前に、第1の磁性層の上に、スロートハイトを規定するスロートハイト規定用絶縁層を形成する工程を含み、このスロートハイト規定用絶縁層が無機系絶縁膜で形成されるようにしてもよい。また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、更に、読み出し用の磁気抵抗素子を形成する工程を含んでもよい。

【0049】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。まず、図1ないし図13を参照して、本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法としての複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明する。なお、図1ないし図12におい

て、(a)はトラック面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のトラック面に平行な断面を示している。

【0050】本実施の形態に係る製造方法では、まず、図1に示したように、例えばアルティック( $Al_2O_3 \cdot TiC$ )からなる基板1上に、例えばアルミナ( $Al_2O_3$ )よりなる絶縁層2を、約3～5 $\mu m$ 程度の厚みで堆積する。次に、図2に示したように、絶縁層2上に、フォトレジスト膜をマスクとして、めっき法にて、パーマロイ( $NiFe$ )を約3 $\mu m$ の厚みで選択的に形成して、再生ヘッド用の下部シールド層3を形成する。

【0051】次に、図3に示したように、下部シールド層3上に、例えばアルミナを100～200nmの厚みでスパッタ堆積し、シールドギャップ膜4を形成する。次に、シールドギャップ膜4上に、再生用のMR素子を構成するためのMR膜5を、10nm以下の厚みに形成し、高精度のフォトリソグラフィで所望の形状とする。次に、シールドギャップ膜4およびMR膜5上に、シールドギャップ膜6を形成して、MR膜5をシールドギャップ膜4、6内に埋設する。

【0052】次に、図4に示したように、シールドギャップ膜6上に、例えばパーマロイよりなる上部シールド兼下部磁極(以下、下部磁極と記す。)7を、約3～4 $\mu m$ の厚みで選択的に形成する。下部磁極7は、本発明における第1の磁極および第1の磁性層に対応する。

【0053】次に、下部磁極7上に、無機系絶縁膜、例えばシリコン酸化膜( $SiO_2$ )を約1～2 $\mu m$ の厚みで形成した後、テーパエッチングを施して、選択的にパターンニングして、エイベックスアングルとスロートハイトを規定するための絶縁層8を形成する。なお、絶縁層8としては、シリコン酸化膜に限らず、アルミナ膜や、シリコンチッ化膜( $SiN$ )等の他の無機系絶縁膜を用いてもよい。また、上記膜はスパッタまたはCVD(Chemical Vapor Deposition)法にて形成してもよい。

【0054】次に、図5に示したように、絶縁層8上に、例えば電解めっき法により、例えば銅( $Cu$ )よりなる誘導型の記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル10を2～3 $\mu m$ の厚みで形成する。

【0055】次に、図6に示したように、絶縁層8およびコイル10上に、フォトレジスト層11を、高精度のフォトリソグラフィで所定のパターンに形成する。次に、コイル10の平坦化およびコイル10間の絶縁化のために、例えば250℃の温度で熱処理する。

【0056】次に、フォトレジスト層11上に、例えば電解めっき法により、例えば銅よりなる第2層目の薄膜コイル12を2～3 $\mu m$ の厚みで形成する。次に、フォトレジスト層11およびコイル12上に、フォトレジスト層13を、高精度のフォトリソグラフィで所定のパターンに形成し、コイル12の平坦化およびコイル12間の絶縁化のために、例えば250℃の温度で熱処理する。

【0057】次に、図7に示したように、非磁性材料よりなり、導電性を有し、且つフォトリソグラフィにおける露光用の光の反射を防止する反射防止機能を有する記録ギャップ層15を、例えばスパッタリングにより、20～200nmの厚みで形成する。このような非磁性材料よりなり、導電性を有し、且つ反射防止機能を有する膜としては、例えばチタ化チタン(TiN)膜がある。チタ化チタン膜は、膜厚に応じて、表面の色が薄い黄色から濃い黄色に変化し、このことから、反射防止機能を有することが分かる。なお、本実施の形態における記録ギャップ層15は、チタ化チタン膜に限らず、非磁性で、導電性を有し、反射防止機能を有するものであればよい。このような膜としては、チタ化タンタル(Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>)等、いくつかの非磁性の金属チタ化合物の膜がある。また、フォトリソグラフィにおける露光用の光としては、例えばi線(波長365nm)が用いられるが、これに限らず、g線(波長436nm)、i線カットの広帯域光、広帯域光、紫外線、エキシマレーザ等のレーザー光、X線、電子線等でもよい。

【0058】また、記録ギャップ層15は、チタ化チタン膜等の一層で形成してもよいし、アルミナ膜やチタ化アルミニウム(AlN)膜等の非磁性材料よりなる絶縁膜と、チタ化チタン膜とを組み合わせ形成する等、非磁性材料よりなる2つ以上の層で形成してもよい。ただし、この場合には、少なくとも最上層は、導電性を有し、且つフォトリソグラフィにおける露光用の光の反射を防止する反射防止機能を有するものとする必要がある。なお、記録ギャップ層15を形成するための上記非磁性材料よりなる絶縁膜は、本発明におけるギャップ用絶縁層に対応する。

【0059】次に、図8に示したように、コイル10、12よりも後方(図8(a)における右側)の位置において、磁路形成のために、記録ギャップ層15を部分的にエッチングする。記録ギャップ層15上に、フォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィによりパターンニングして、フレームめっき法によって上部磁極を形成するためのフレーム(外枠)となるフォトレジストパターン16を形成する。

【0060】次に、図9に示したように、フォトレジストパターン16をマスクとし、導電性を有する記録ギャップ層15をシード層として、電解めっき法によって、上部ヨーク兼上部磁極(以下、上部磁極と記す。)17を、約3～5μmの厚みに形成する。なお、コイル10、12よりも後方の位置において記録ギャップ層15がエッチングされて除去された部分では、下部磁極7がシード層となる。上部磁極17は、本発明における第2の磁極および第2の磁性層に対応する。この上部磁極17は、コイル10、12よりも後方の位置において、下部磁極7と接触し、磁氣的に連結されている。次に、図10に示したように、フォトレジストパターン16を除

去する。

【0061】次に、図11に示したように、上部磁極17をマスクとして、例えばイオンミリングによって、記録ギャップ層15と下部磁極7を、約0.5μm程度エッチングして、トリム構造を形成する。

【0062】次に、図12に示したように、上部磁極17上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層18を形成する。最後に、スライダの機械加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのトラック面(エアベアリング面)を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0063】図13は、本実施の形態に係る製造方法によって製造される薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、この図では、オーバーコート層18を省略している。また、この図は、スライダの機械加工を行う前の状態を表している。この図において、THはスロートハイトを表しており、このスロートハイトTHは、絶縁層8の磁極部分側の端縁によって規定される。

【0064】以上説明したように、本実施の形態によれば、記録ギャップ層15を、非磁性で、導電性を有し、反射防止機能を有するものとし、この記録ギャップ層15上に、上部磁極17を電解めっき法で形成する場合のフレーム(外枠)となるフォトレジストパターン16を形成するようにしたので、フォトリソグラフィの露光時に、露光用の光が、電極膜で反射し、この反射光によってフォトレジストパターンのくずれ等の悪影響が生じることを防止することができる。その結果、上部磁極17の側壁が丸みを帯びずに垂直に形成される等、上部磁極17を所望の形状に正確に形成することが可能となる。このように、本実施の形態によれば、磁極幅を正確に制御でき、狭トラック構造とするための上部磁極17を精度よく形成することが可能となる。また、本実施の形態によれば、精度よく形成された上部磁極17をマスクとして記録ギャップ層9と下部磁極7をエッチングすることにより、正確に、所望の形状のトリム構造を形成できるので、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効トラック幅の増加を防止することができる。

【0065】なお、記録ギャップ層15における反射防止機能は、それがない場合に比べて、数%程度反射率を低減するだけでも、露光用の光の反射光による悪影響の防止に効果を発揮する。記録ギャップ層15としてチタ化チタン膜を用いた場合、反射率の低減率は、厚みに応じて変化するが、10～70%程度の反射率の低減率の実現が可能である。特に、チタ化チタン膜では、膜厚を50～100nm程度にすると、表面が濃い黄色に変色し、反射率の低減率が大きくなる。

【0066】また、記録ギャップ層15としてチタ化チタン膜を用いると、フォトレジストがシャープに切れるので、フォトレジストパターン16におけるスカム(レジスト残り)を防止でき、特に、磁極幅を正確に制御で



き、狭トラック構造とするための上部磁極17を精度よく形成することが可能となる。

【0067】また、本実施の形態によれば、記録ギャップ層15が反射防止膜を兼ねているので、特開平9-180127号公報に示されるように記録ギャップ層とは別に反射防止膜を形成する場合に比べて、反射防止膜を形成する工程および反射防止膜を除去する工程が不要になり、工程を少なくすることができる。

【0068】また、本実施の形態によれば、反射防止膜を除去する必要がないことから、フォトレジストパターン間の反射防止膜の残りを防止できるので、細部においても上部磁極17を正確に形成することが可能となる。

【0069】また、本実施の形態によれば、チッ化チタンを記録ギャップ層15に使うことができる。このチッ化チタンによる記録ギャップ層15は、従来のアルミナによる記録ギャップ層に比べて、膜質がよく、ピンホールが少ないため、上質な記録ギャップ層となり、薄膜磁気ヘッドの信頼性を向上させることができる。更に、同様の理由から、記録ギャップ層15の膜厚を薄くできるため、記録ヘッドの特性を向上させることができる。

【0070】また、本実施の形態では、スロートハイトを規定する絶縁層8を、無機系絶縁膜で形成したので、コイル10、12を形成する際の250°C程度の温度による熱処理によって、絶縁層8の端縁の位置変動（パターンシフト）およびプロファイル悪化が生じることがない。そのため、スロートハイトの正確な制御が可能になる。更に、MRハイトの正確な制御や、エイベックスアングルの正確な制御も可能となる。

【0071】また、本実施の形態では、スロートハイトを規定する絶縁層8を、無機系絶縁膜で形成したので、めっき法によりコイル10、12を形成する際におけるシード層のエッチングの際や、トリム構造を形成するために記録ギャップ層15と下部磁極7をエッチングする際における絶縁層8の位置変動がなく、これによっても、スロートハイトの正確な制御が可能となる。

【0072】このようにして、本実施の形態によれば、磁極幅、スロートハイト、MRハイトおよびエイベックスアングルが正確に制御され、且つ狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効トラック幅の増加を防止できる、高性能の狭トラック構造の薄膜磁気ヘッドを製造することが可能となる。

【0073】また、本実施の形態によれば、下部磁極（上部シールド）7とコイル10、12の間に、厚い絶縁層8を形成できるので、下部磁極（上部シールド）7とコイル10、12との間に、大きな絶縁耐圧を得ることができると共に、コイル10、12からの磁束を漏れを低減することができる。

【0074】なお、本実施の形態において、上部磁極17には、例えばNiFe（Ni：80％，Fe：20％）が用いられるが、これに限らず、NiFe（Ni：

50％，Fe：50％）、チッ化鉄（FeN）、Fe-Co-Zrのアモルファス等の高飽和磁束密度材を用いてもよいし、これらの材料を2種類以上重ねて使用してもよい。また、下部磁極7としても、NiFeと上記の高飽和磁束密度材を重ねた磁性材料を用いてもよい。

【0075】なお、本発明は、上記実施の形態に限定されず、例えば、上記実施の形態では、複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明したが、本発明は、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録専用の薄膜磁気ヘッドや記録・再生兼用の薄膜磁気ヘッドにも適用することができる。また、本発明は、書き込み用の素子と読み出し用の素子の積層の順序を入れ換えた構造の薄膜磁気ヘッドにも適用することができる。

【0076】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし9のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項10ないし18のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、ギャップ層を、非磁性且つ導電性で、フォトリソグラフィにおける露光用の光の反射を防止する反射防止機能を有する層を含む1つ以上の層で形成したので、ギャップ層の上に磁性層を形成する際に、フォトリソグラフィにおける露光用の光の反射光によってフォトレジストパターンのくずれ等の悪影響が生じることを防止でき、磁極幅の正確な制御が可能になるという効果を奏する。更に、ギャップ層が、反射防止機能を有しているので、ギャップ層とは別に反射防止膜を形成する場合に比べて、反射防止膜を形成する工程および反射防止膜を除去する工程が不要になり、薄膜磁気ヘッドの製造における工程を少なくできると共に、細部においても磁性層を正確に形成することが可能になるという効果を奏する。

【0077】また、請求項3記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項12記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、ギャップ層を形成する反射防止機能を有する層が、チッ化チタンよりなるようにしたので、特に、フォトレジストがシャープに切れるので、フォトレジストパターンにおけるスカムを防止でき、磁性層を精度よく形成することが可能になるという効果を奏する。

【0078】また、請求項8記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項17記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、スロートハイトを規定するスロートハイト規定用絶縁層を無機系絶縁膜で形成したので、更に、スロートハイト規定用絶縁層の位置変動を防止でき、スロートハイトの正確な制御が可能になるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図2】図1に続く工程を説明するための断面図である。

【図3】図2に続く工程を説明するための断面図である。

【図4】図3に続く工程を説明するための断面図である。

【図5】図4に続く工程を説明するための断面図である。

【図6】図5に続く工程を説明するための断面図である。

【図7】図6に続く工程を説明するための断面図である。

【図8】図7に続く工程を説明するための断面図である。

【図9】図8に続く工程を説明するための断面図である。

【図10】図9に続く工程を説明するための断面図である。

【図11】図10に続く工程を説明するための断面図である。

【図12】図11に続く工程を説明するための断面図である。

【図13】本発明の一実施の形態に係る製造方法によって製造される薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【図14】従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図15】図14に続く工程を説明するための断面図である。

【図16】図15に続く工程を説明するための断面図である。

【図17】図16に続く工程を説明するための断面図である。

【図18】図17に続く工程を説明するための断面図である。

【図19】図18に続く工程を説明するための断面図である。

【図20】図19に続く工程を説明するための断面図である。

【図21】図20に続く工程を説明するための断面図である。

【図22】図21に続く工程を説明するための断面図である。

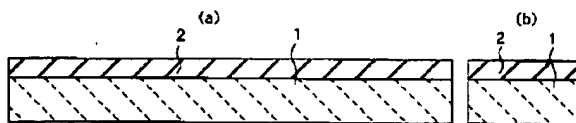
【図23】従来の薄膜磁気ヘッドにおけるトラック面に垂直な断面を示す断面図である。

【図24】従来の薄膜磁気ヘッドにおける磁極部分のトラック面に平行な断面を示す断面図である。

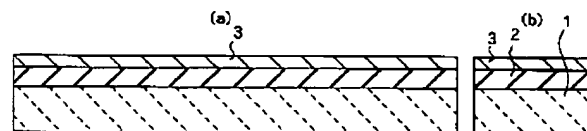
【符号の説明】

1…基板、2…絶縁層、3…下部シールド層、4、6…シールドギャップ膜、5…MR膜、7…下部磁極、8…絶縁層、10、12…薄膜コイル、11、13…フォトレジスト層、15…記録ギャップ層、16…フォトレジストパターン、17…上部磁極、18…オーバーコート層。

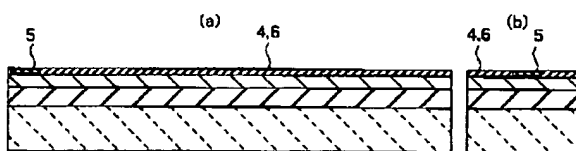
【図1】



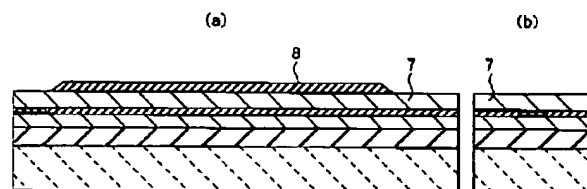
【図2】



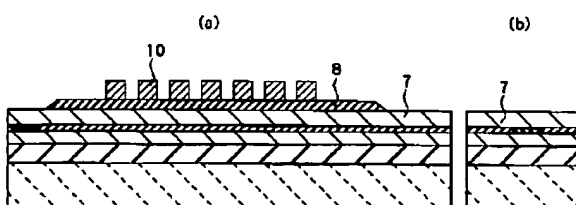
【図3】



【図4】



【図5】



【図14】

